BULTENO
de
Internacia Scienca Asocio Esperantista

Nº 25. — JANUARO 1932

SCIENCAJ KAJ TEKNIKAJ TEMOJ

LA PROPAGIĜO DE LA RADIOELEKTRAJ ONDOJ SUR LA SURFACO DE LA TERO

Oni konas la intiman parencecon, kiu ekzistas inter la lumaj ondoj kaj tiuj uzataj por la senfadena telegrafado : ili diferencas nur pro siaj longoj. Oni do estas tentata apliki senpere al la duaj ĉiujn konojn, kiujn la ĉiutaga vivo donas al ni pri la unuaj ; oni vidas ilin transirantaj laŭ rektaj linioj, lasante ombron malantaŭ la baroj, riflektiĝante sur la objektoj, kiujn ili renkontas. Tio estos tro frua ĝeneraligo, kies malsaĝeco estas facile komprenebla se oni pensas pri la diferenco de grandeco, kiu ekzistas inter la du fenomenoj.

Efektive la longo de la lumaj ondoj varias el kvar ĝis ok dekmilonoj de milimetro, dum la radioelektraj ondoj praktike uzataj havas longojn variantajn inter kelkaj metroj kaj dudek kilometroj.

Oni scias la gravecon de la difrakto de la lumo : kiam ĝiaj ondoj renkontas tre malgrandajn aŭ tre mallarĝajn fendojn, la baroj estas ĉirkaŭirataj, la ombroj ĉesas esti precizaj, oni observas franĝojn. Oni do ne povas miri konstatante ke la radioelektraj ondoj ĉirkaŭiras barojn des pli gravajn, ju pli tiuj ondoj estas longaj. Tio estas unu el la motivoj, pro kiuj oni elektis longajn ondojn, kiam estas necese transiri montajn regionojn.

La difrakto tamen havas limojn kaj oni senpene komprenas, per analogio kun tio, kion oni ĉiutage vidas pri la lumo, ke tiu fenomeno ne kapablas produkti disvastiĝon trans baroj tiel gravaj kiel la tero

mem : tamen, depost la kreado de potencaj stacioj por longaj ondoj, la ricevado de signaloj estas ebla ĝis la antipodoj.

Tial la problemo frue proponiĝis serĉi per kia vojo la disvastiĝo estas ebla ĝis tiel grandaj distancoj. La plej famaj matematikistoj sin alnajlis al tiu tasko, tiel malfacilega ke ili devis rekomenci plurfoje iliajn kalkulojn, korektante unu la alian. La formuloj ricevitaj pruvis ke la difrakto estas tute senpova por klarigi la observitajn fenomenojn ; ili donas rezultojn pli ol mil kaj dekmil fojoj plimalgrandajn ol tiuj de la observado.

En la sama tempo kelkaj scienculoj elmetis la hipotezon ke kondukanta tavolo ekzistas ĉe la superaj regionoj de la atmosfero, je alteco da proksimume cent kilometroj : la ondoj tiam disvastiĝus inter du kondukantoj sferoj, inter kiuj la radiata energio restus amasigata.

La afero estis en tiu stato kiam, antaŭ ok jaroj ĉirkaŭe, oni komencis interesiĝi pri la mallongaj ondoj. Ĝis tiu epoko, oni uzis nur ondojn superajn je tricent metroj proksimume kaj oni akceptis, ke ju pli longaj estas la ondoj, despli granda estas ilia trafpovo. Neniam oni serioze provis ekzemple kvindekmetrajn ondojn, kaj la kaŭzo estis ĉefe la malfacileco produkti ilin en bonaj kondiĉoj.

Sed la mirindaj elektrotonaj tuboj estis progresintaj tiel multe ke, ĉirkaŭ 1923, fariĝis eble konstrui malmultekoste malgrandajn sendilojn por mallongaj ondoj. La amatoroj profitis el tiuj feliĉaj okazoj kaj multe laboris per ondoj pli mallongaj ol cent metroj ; la rezultoj estis strangegaj : oni baldaŭ konstatis ke, uzante nur cent vatojn, oni trafis iafoje la antipodon. Tiam ĉiuj radiistoj, teoriuloj kaj eksperimentuloj, sin turnis denove al la studado de la propagiĝo. Dume la uzado de mallongaj ondoj kreskis pli kaj pli kaj gajnis rajtojn en la komercaj komunikadoj; fizikistoj pliprofundigis la ideojn pri tiu tavolo en la alta atmosfero, kiu resendus la ondojn sur la teron.

Ili estis samtempe helpataj kaj ĝenataj de la ŝajna malreguleco de la mallongaj ondoj. Efektive tiuj ĉi de ĉirkaŭ cent metroj, flugas nokte kaj, kiel strigoj, timas la lumon; kontraŭe de ĉirkaŭ dudek metroj ili preferas la tagon. Inter tiuj limoj ekzistas iom da konfuzo, pri kiu mi ne havas lokon por paroli ĉi tie ; mi nur citos tiujn strangajn silentajn zonojn, kiuj ĉirkaŭas la sendilojn, ĉu tage, ĉu nokte, laŭ la ondlongo : oni aŭdas fortajn signalojn je mil kilometroj de la sendilo, kaj nenion je cent. Tio estas belega kampo por eksperimento.

* * *

Kiaspeca povas esti tiu tavolo en la alta atmosfero, kiu resendas la ondojn sur la teron ? Oni havis ideojn pri ĝi de la tago kiam oni konis la ionizon de la gasoj kaj la kaŭzojn de tiu fenomeno : preterviolaj radioj, bombardado de la gaso per malgrandegaj eretoj de materio forĵetitaj je granda rapideco. Ĉar la suno certe sendas al la tero tiajn radiojn kaj eretojn, la alta atmosfero devas esti ionizata.

Ja la kalkulo montras ke, en ionizata gaso, la rapideco de la ondoj estas pli granda ol en ordinara aero. Do ionizata tavolo devas agi sur la elektrajn ondojn same kiel vitra tavolo sur la lumon ; oni havas rifraktojn kaj eble tutan reflekton. Oni vidas ke la tavolo ne devas plu esti rigardata kiel kondukanta, sed kiel dielektra kun dielektra konstanto malsupere je unu.

Tiam oni facile klarigas ĉiujn kutimojn de la ondetoj : iliaj radioj estas kurbigitaj de la refrakto, kaj tiuj kiuj estus perdiĝintaj en la spaco revenas al tero. Por klarigi la silentajn zonojn oni rimarkas ke la radioj forflugantaj horizontale, tute proksime al la tero, estas baldaŭ eluzitaj, ĉar ili perdas ilian energion, vibrigante ĉiujn objektojn renkontitajn (arbojn, domojn, k. t. p.) kaj okazigante kurentojn en la tero mem ; tiu efekto estas ju pli forta, despli mallongaj estas la ondoj. Oni do trovos silentan regionon inter la loko kie la supraĵa ondo mortas kaj la alia loko, kie la klinitaj radioj reatingas la teron.

La teorio de la ionizataj gasoj montras ke ilia dielektra konstanto estas desmalpli ŝanĝata ju pli mallonga estas la ondo ; la rifrakto estas do pli malforta por la pli mallongaj ondoj kaj ili reatingas la teron je pli grandaj distancoj ; ilia silenta zono estas pli granda. Teorie povas eĉ okazi ke la kurbiĝo de la radioj fariĝas sufiĉe malgranda por ke tiuj ĉi ne povu reveni surteren ; efektive la observado montras ke granddistancaj komunikadoj — t.e. pli ol kelkdekoj da kilometroj — estas neeblaj apud la tero per ondoj pli mallongaj ol ĉirkaŭe dek metroj. Per tiuj ondoj oni povas nur trafi punktojn geometrie videblajn ; metante la sendilon kaj ricevilon sur altaj montoj, oni ricevas bonegajn signalojn aŭ telefonion, sed nur je tiuj distancoj je kiuj oni povus sin intervidi ; tiuj ondoj kondutas kiel la lumaj.

* * *

De kelkaj jaroj la fizikistoj komencis studadi la ionizaton tavolon kaj ili mezuris ĝian altecon, kiu varias, laŭ la sezono kaj la horo de la tago. Ĝenerale ĝi troviĝas inter cent kaj ducentkvindek kilometroj, pli alta nokte kaj vintre ol tage kaj somere, kio estas tute konforma



al la ideoj, kiujn ni havas pri ĝia formado. Nuntempe oni faras ĉiutagajn observadojn de tiu alteco, kaj ankaŭ de la ionizeco en tiuj regionoj, tute kiel oni notas la ĉiutagan temperaturon aŭ barometran altecon ; baldaŭ tiuj observadoj fariĝos tute kutimaj kaj estos efektivigataj sur la tuta supraĵo de la tero. Oni povas esperi ke la kono de la alta atmosfero, kiu rezultos de tiuj mezuroj estos grava helpilo por la meteorologio, ĉar certaj rilatoj ekzistas inter la fenomenoj en la alta kaj malalta atmosfero.

Ni ne devas forgesi ke, al la elektraj ondoj, ni ŝuldas preskaŭ nian tutan konon de la ekstera mondo, eble tiun tutan konon. Estis unue tiu tiel mallarĝa gamo, aganta sur nia vida sento, kiu permesis al ni akurate koni ĉiujn senteblajn objektojn ; sed laŭ tio ke pli longaj kaj pli mallongaj vibradoj estis malkovrataj, niaj esplorrimedoj multnombriĝis : post la preterruĝaj kaj preterviolaj, la x— kaj y—aj radioj venis kreskigi grandege niajn laborrimedojn, kaj ili hodiaŭ liveras al ni, en iliaj delikataj detaloj, la intimajn detalojn de la materio.

La elektraj ondoj, siavice, permesos al ni « vidi » nian atmosferon, ne nur la kelkajn kilometrojn, kiujn malkovras al ni la lumaj ondoj en unu punkto de la tero, sed nian tutan atmosferon laŭ la surfaco kaj laŭ la alteco. Solaj ili povas forflugi tra grandaj spacoj super nia globo ; kaj disiĝinte en la altegaj regionoj, laŭ la kapricoj de tiuj ĉi, ili revenas al la tero proponi al ni la rezultojn de ilia vojaĝo.

RENÉ MESNY,
Profesoro ĉe la Supera elektra lernejo
(Francujo).

TEMPERATURO DE STELOJ [1]

Inter la konoj, kiujn la modernaj progresoj de Fizika Astronomio permesis al ni akiri, tiuj, kiujn oni povas taksi la plej certe starigitaj, rilatas la fizikan staton de la surfacoj de steloj kaj stelaj atmosferoj. La ĉefa elemento, kiu determinas tiun staton estas la temperaturo de la stelo ; mi dezirus provi, en tiu ĉi parolado, precizigi kiamaniere

(1) Parolado farita ĉe la radiotelefona stacio de la supera pariza lernejo de Poŝtoj kaj Telegrafoj kaj ĉe la Eiffel-Turo, de Prof-ro *M. Bruhat*, de la Scienca Pariza Fakultato, laŭ iniciato de la Franca asocio por progresigo de sciencoj. — *Trad. R. I.*

oni sukcesis trovi tiun temperaturon kaj kion signifas la ricevitaj nombroj.

Ni memoru unue kiamaniere ni mezuras temperaturon de iu tera aĵo, ekzemple de la banakvo, kiun ni preparas en bankuvo ; ni enigas termometron, ni vigle dismovas por uniformigi la temperaturon de la banakvo, kaj ni legas la termometron.

El tio ni povas tuj eltiri rimarkon : *ni povas mezuri temperaturon nur en ujo, kiu entenas ŝtofojn kalore ekvilibritajn.*

Dua rimarko : la temperaturo, kiun ni legas, estas alligata al la ecoj de la ŝtofo, kiu konsistigas nian termometron, t. e. en tiu ĉi okazo, de la hidrargo, kies kolono haltiĝas ĉe iu marko de la tubo kiu entenas ĝin. Nia skalo de temperaturoj malaperas kune kun la hidrargo, kiam la temperaturo estas sufiĉe granda por vaporigi ĝin. Komence la fizikistoj evitis tiun malfacilaĵon observante anstataŭ dilatadon de hidrargo, tiun de iu gaso, ekz. hidrogeno aŭ azoto : ili elektis, kiel normalan termometran skalon, tiun de gasa termometro, kiun ili povas sendanĝere philongigi supre de la temperaturo de bolado, kaj malsupre de tiu de glaciiĝo de hidrargo. Cetere ili rimarkis, ke, se ĉe tiuj malaltaj temperaturoj, gaso daŭrigus malplivolumeniĝi laŭ sama leĝo, kiel ĉe la ordinaraj temperaturoj, ĝia volumeno fariĝus nula je 273 gradoj sube de nulo. Tiun temperaturon ili nomas : *absoluta nulo,* kaj ili kutimas nombrigi la temperaturojn de tiu nulo: ni taksos la temperaturojn laŭ tiu absoluta skalo, kaj pro tio, ĉiuj nombroj, kiujn ni citos, superos laŭ 273 gradoj tiujn, kiujn oni ricevus kalkulante temperaturon de la kutima nulo, kiu korespondas al la fundo de la glacio.

La absoluta nulo estas kompreneble neatingebla, kaj tre longe antaŭ ol ĝi estas atingita, la gaso de nia termometro ne plu obeas la leĝojn de dilato, kiujn ĝi obeus ĉe la kutimaj temperaturoj : pro tio, post kiam ili forlasis skalon de la hidrarga temperaturo, la fizikistoj ankaŭ forlasis skalon de la gasa termometro por alpreni tiun, kiun ili nomis : *termodinamika skalo de temperaturoj.* Ne estas eble doni tie ĉi ĝian difinon : sufiĉos diri ke ĝi koincidas, ĉe la kutimaj temperaturoj, kun skalo de la gasa termometro, sed ke anstataŭ esti bazita, kiel ĝi, sur la proprecoj de iu ŝtofo, ekzemple gaso, ĝi estas difinita laŭ tre ĝenerala principo, tiu de *Carnot* (elp. karno), kiu regas la tutan fizikon kaj aplikiĝas al ĉiuj eksperimentaj faktoj, kiu ajn estu ilia speco. Pro tio, ĝi estas perfekte difinita ĉe ĉiuj temperaturoj, kiuj ajn ili estas, eĉ se ili estas tiel malaltaj ke laŭ ili neniu gaso evitas kondensigon, aŭ tiel altaj ke laŭ ili neniu

atomo evitas malkunigon. Sufiĉis ke oni povis studi, laŭ iu temperaturo, la proprecojn de iu ŝtofo, por ke oni povu, kiu ajn estu ĝia stato, kalkuli la termodinamikan temperaturon per aplikado de la leĝoj, kiujn oni povas eltiri, por tiu ŝtofo, de la principo de *Carnot*.

Sed estas io ankoraŭ pli taŭga : principo de *Carnot* aplikiĝas ne nur al materio, sed ankaŭ al luma energio, kiun eligas tiu materio kiam ĝi estas sufiĉe varmigita. Ujo je uniforma temperaturo, simila al tiu, kies temperaturon la materiaj termometroj ebligas determini, eligas radiaĵon, kies intenseco kaj koloro varias laŭ temperaturo : estas fakto kutime konstatita ke inkandeska ŝtofo — ekzemple fera stango varmigita en forĝa fajro — aŭ ankaŭ filamento de tungsteno de elektra lampo — estas des pli brilaj ju pli ili varmiĝas ; ĉiuj scias ankaŭ ke ili aspektas rubenoruĝaj kiam ili estas malmulte varmigitaj, poste brile ruĝaj, flavaj kaj fine blankaj kiam ili estas plie varmigitaj. Ni povus traduki tiujn impresojn per nombroj, mezurante luman intensecon eligitan de unu kvadrata centimetro de la ŝtofo, aŭ malkomponante tiun lumon per prismo kaj mezurante raporton inter la lumaj energioj transportitaj de la bluaj kaj ruĝaj radiaĵoj, kion ni nomas : *raporto blua-sur-ruĝa ;* leĝoj de la termodinamiko ebligas ke ni antaŭvidu kiel la nombroj tiamaniere ricevitaj dependas je temperaturo, kaj reciproke ili ebligas, se ni realigas unu aŭ alian de tiuj mezuroj, kalkuli la termodinamikan temperaturon de la luma fonto.

Tiuj metodoj de mezuro ricevis sankcion de laboratorio, kaj eĉ de fabrikejo : nun oni mezuras la temperaturon de industriaj fornoj per optikaj pirometroj, kaj la precizeco tiamaniere ricevita ebligis ke la fajraj industrioj realigu gravajn progresojn. Sed mi volas insisti pri tiu fakto, ke tie ĉi ne temas pri empirika procedo, sed pri vera mezurado, kiu fondiĝas sur aplikado de principo de *Carnot*, t.e sur unu el la plej fundamentaj kaj ĝeneralaj principoj de la tuta fiziko. Ni povas esti certaj ke tiu principo ankaŭ aplikiĝas al steloj kaj al ilia radiado : studante per optikaj pirometroj la lumon eligitan de iu stelo, ni povas determini temperaturon de tiu stelo, kaj tiu evaluado estas farata laŭ skalo de temperaturoj perfekte difinita : termodinamika skalo.

Unua aplikado de tiuj metodoj estis farata al la temperaturo de la Suno. Ĉar oni scias la surfacon del'suno kaj oni povas mezuri la tutan kvanton da energio, kiun ni ricevas de ĝi, oni povas kalkuli la intensecon de la lumo eligita el unu kvadrata centimetro de la

surfaco del'suno ; oni povas ankaŭ mezuri pri la suna lumo, tion, kion ni nomis blua-sur-ruĝa raporto. La unua metodo havigis, pri temperaturo del'suno, valoron da 5800 gradoj ; la dua, valoron da 6800 gradoj. Diskutado pri la kondiĉoj, je kiuj tiuj mezuroj estas efektivigitaj, montras cetere ke la unua metodo certe havigis valoron malpli grandan ol la vera valoro, dum la dua havigis pli grandan valoron. Rezultas el tio ke ne estas inter la du nombroj malakordon tiel grandan kiel ŝajnas unuavide, kaj ke oni povas certigi, ke la temperaturo del'suno ne diferencas laŭ pli ol tri aŭ kvar cent gradoj je la meza valoro 6500 gradoj. Tio estas rilata eraro je ĉirkaŭ 5 pocente. Por taksi signifon de tiu rezulto, sufiĉas ke ni konsideru ke antaŭ unu duonjarcento, en 1870, *Secchi*, la fondinto de Astrofiziko, post kiam li kalkulis temperaturon de l'suno, kaj trovis ke ĝi estas 5 milionoj da gradoj, aldonis ke tiu valoro estas sendube tro malgranda, kaj ke verŝajne ĝi estas 10 milionoj da gradoj. De tiu tempo ni precizigis la mezuron, kaj malgrandigis ĝis 6500 la milionojn de *Secchi* ; kiel malgranda estas, rilate al eraro de *Secchi*, la malcerteco je 5 pocente, kiu eble ankoraŭ ekzistas !

* * *

La steloj aperas antaŭ ni kiel punktoj sen videbla diametro : ni ne scias la surfacon de iu stelo, kaj ni ne povas taksi intensecon de ĝia radiaĵo po unu kvadrata centimetro, sed ni povas mezuri raporton de intensecoj radiitaj de du diversaj radiaĵoj, kion, mi nomis antaŭe blua-sur-ruĝa raporto : resume tio estas dedukti temperaturon de stelo el ĝia koloro. Oni de ĉiam scias ke la steloj havas malsimilajn kolorojn ; *Secchi* klasifikis ilin laŭ ruĝaj, flavaj, kaj blankaj steloj. Tiu vico estas tiu de la koloroj tra kiuj pasas metalbloko, kiun oni varmigas en fajro de forĝo, laŭ ke ĝia temperaturo plialtiĝas : pro tio ni devas antaŭpensi ke ni trovos la flavajn stelojn pli varmajn ol la ruĝaj kaj la blankajn stelojn pli varmajn ol la flavaj.

Efektive oni tion trovas kaj precizigas per nombroj. Multaj determinadoj estas faritaj, laŭ precizeco pligrandiĝanta de post la unuaj observadoj faritaj en 1909 de *Nordmann* ĉe Parizo kaj *Wilsing* ĉe *Potsdam*. Kvankam la principo de la uzita metodo estis ĉiam la sama, la kondiĉoj de aplikado estis tre malsimilaj laŭ la observanto pro la elekto de la du radiaĵoj kies intensecoj oni kalkulas raporton, aŭ pro la metodo de observado. La radiaĵoj povas esti elektitaj en la videbla spektro ; aŭ, per fotografado, oni povas uzi la ultra-

violajn radiaĵojn ; aŭ fine, mezurante kaloron de radiaĵoj, uzi la infraruĝajn radiaĵojn.

La rezultoj ricevitaj de la diversaj observantoj tute bone interakordiĝas pri la ruĝaj steloj kaj pri la flavaj steloj. Ekzemple pri la ruĝa stelo Betelgeŭso, la plej brila el la stelaro de Oriono, ĉiuj trovitaj nombroj varias inter 2900 kaj 3330 gradoj ; tiel ke neniu ekartiĝas je pli ol 7 pocente de la mezvaloro 3100 gradoj ; ni aldonu ke Betelgeŭso estas unu el la gigantaj steloj, kies diametron sukcesis mezuri *Michelson* ; pro tio oni povis mezuri ĝian radiadon de unu kvadrata centimetro. Tiu lasta mezuro havigas temperaturon de 3600 gradoj, tre proksiman je la supre montritaj. Resume la temperaturoj de la ruĝaj steloj, ekzemple Betelgeŭso aŭ Antareso, varias inter 2800 kaj 3200 gradoj ; tiuj de la flavaj varias inter 3500 gradoj, ekzemple Aldebarano aŭ Arkturuso, kaj 6000 gradoj, ekzemple Suno aŭ Kapella, aŭ / kaj 8000 gradoj por la steloj kiel Prociono, kiuj formas transiĝon inter la blankaj kaj flavaj steloj.

La rezultoj estas malpli kontentigaj por la blankaj steloj. Por la malpli varmaj, la ekartoj inter la diversaj mezuroj atingas jam 30 kaj 50 pocente ; ekzemple oni trovis, por Vega de la Liro, nombrojn inter 9400 kaj 15600 gradoj. Sed, por la plej varmaj, la rezultoj estas tute senordaj ; ekzemple oni trovis por Rigelo, la plej brila de Oriono post Betelgeŭso, nombrojn variantajn inter 9400 kaj 21800 gradoj.

El kio devenas tiaj ekartoj ? La kaŭzo estas ke Rigelo estas giganta stelo formita de grandega volumeno de inkandeskaj gasoj je tre malforta premo ; pro ilia malgranda denseco, tiuj gasoj estas tre diafanaj kaj ni vidas malproksimen interne de la stelo. Parto de radiaĵo, kiun ni ricevas, devenas de tre porfundaj kaj tre varmaj tavoloj; alia parto, de surfacaj tavoloj multe malpli varmaj. Nu mi atentigis pri tiu fakto, ke termometro povas doni temperaturon de banakvo, nur se tiu temperaturo estas sama en la tuta maso de akvo, kaj ke la termodinamikaj leĝoj de radiado povas aplikiĝi nur al radiado de ŝtofo, kies temperaturo estas unuforma. Tiu kondiĉo estas proksimume realigita en nana stelo kiel nia suno, kies denseco estas tia, ke ni povas vidi nur la surfacajn tavolojn, laŭ dikeco ne pli granda ol kelkaj kilometroj ; ĝi tute ne estas realigita en stelo de malgranda denseco, ekzemple Rigelo, kaj la spektrofotometraj mezuroj havas neniun signifon tiuokaze. Estus necese ke ni povu apartigi efikon de maldika tavolo de tiu stelo por trovi temperaturon de tiu tavolo.

Nu ekzistas maldika tavolo, ekstere de la stelo, kiu tute klare distingiĝas de la aliaj : oni nomas ĝin *renversanta tavolo*. Vi scias ke la spektro del'suno, kiun oni ricevas disĵetante la sunan lumon per prismo, konsistas el kontinua luma fono sur kiu distingiĝas iu nombro da mallumaj strekoj. La kontinua fono konsistas el la lumo eligita de la inkandeska maso de la astro : per studo de la aranĝo de la lumo en la diversaj regionoj de tiu kontinua spektro, oni efektivigas la mezurojn de temperaturo, pri kiuj ni ĝis nun parolis. La nigraj strekoj, kiujn montras la spektro, estas kontraŭe produktitaj de la suna atmosfero: tiu atmosfero, aŭ pli ekzakte ĝia plej malalta parto, sorbas iujn el la radiaĵoj eligitaj de la inkandeska maso, kaj, tiamaniere, donas nigrajn strekojn; tiuj nigraj strekoj estas ekzakte ĉe la sama loko kiel la brilaj strekoj de la eligada spektro, kiun havigus la gasoj de la suna atmosfero, se, ĉe laboratorio, ili estus varmigitaj ĝis temperaturo, ĉe kiu ili troviĝas en la renversanta tavolo del'suno.

La diversaj steloj donas, kiel la suno, spektrojn de sorbaj strekoj, kaj tiuj spektroj de nigraj strekoj prezentas inter si diferencojn, kiuj precize karakterizas la diferencojn de temperaturo, kiuj ekzistas inter la steloj. Se ni povus realizi, ĉe laboratario, sufiĉe altajn temperaturojn por produkti per kalora ekscitado, la eligatajn spektrojn, kiuj korespondas je tiuj sorbaj spektroj, determinado de temperaturoj de la renversantaj tavoloj de la steloj estus tuja : sed ni povas produkti ilin nur per elektra ekscitado. Tio tamen sufiĉas por ke ni povu konstati malfacilecon produkti iun aŭ alian strekon : la plej varmaj steloj estas certe tiuj, ĉe kiuj estas la plej malfacile eksciteblajn strekojn.

Oni do komprenas ke oni povis, klasifigante la stelojn laŭ ilia spektro, aranĝi ilin laŭ iliaj kreskantaj temperaturoj : la malpli varmaj el la blankaj steloj estas steloj laŭ tipo de Vega, kies spektron karakterizas la strekoj de hidrogeno ; steloj laŭ tipo de Rigelo, kies spektro entenas strekojn de heliumo, estas pli varmaj ol la steloj je hidrogeno ; fine iuj steloj montras specialajn strekojn de heliumo, kiujn oni nomas strekojn de jonizita heliumo, kaj kiun oni povas produkti ĉe laboratorio nur per fortegaj elektraj malŝarĝoj : la strekoj je jonizita heliumo estas ankoraŭ pli varmaj ol la steloj je heliumo de la tipo de Rigelo.

Sed ne sufiĉas klasifiki stelojn laŭ iliaj kreskantaj temperaturoj, estas necese precizigi tiujn temperaturojn per nombroj. Por tio estas necese scii pro kio iuj strekoj estas eligataj ĉe iuj temperaturoj kaj

ne ĉe aliaj ; kial ekzemple la strekoj H kaj K de Kalcio, kiuj ne estas videblaj ĉe la ruĝaj steloj, estas inter la plej intensaj de la spektro de la flavaj steloj pli varmaj, kaj de nove malaperas en la blankaj steloj, ankoraŭ pli varmaj.

Respondon al tiuj demandoj alportis progresoj de spektroskopio. En ĝia normala stato, atomo de kalcio ne sorbas la strekojn H kaj K ; sed se la kalcia vaporo estas sufiĉe varmigita, la atomo suferas veran malkomponigadon ; ĝi perdas unu elektronon kaj la resto, kiun oni nomas jonizita atomo, aŭ ankaŭ unu kalcio-jono, sorbas strekojn, kiuj ne plu estas tiuj, kiujn sorbas la normala atomo de kalcio, kaj inter kiuj estas la strekoj H kaj K ; se oni ankoraŭ plivarmigas, la kalcio-jono siavice malkomponiĝas, perdas alian elektronon, kaj la resto, kiun oni nomas duoble-jonizita atomo de kalcio, ne plu povas sorbi la strekojn H kaj K. Do, apero de tiuj strekoj, kiam oni pasas de la ruĝaj steloj al la flavaj, korespondas je la unua jonizado de la atomo de kalcio ; ilia malapero, kiam oni pasas el la flavaj steloj al la blankaj, korespondas je ĝia dua jonizado.

Restas fiksi la valorojn de la korespondantaj temperaturoj : tion faris hinda astronomo *Meg Nad Saha*, kiu rimarkis ke jonizado de atomo, t.e. ĝia malkomponiĝo laŭ unu elektrono kaj unu jono, estas vera kemia agado, al kiu oni povas apliki la klasikajn formulojn de la kalkulo de kemiaj ekvilibroj. Tiuj formuloj estas deduktitaj de la ĝeneralaj leĝoj de Termodinamiko : aplikitaj al jonizado de kalcio, ekzemple, ili ebligas kalkuli kiuj estas, por ĉiu valoro de termodinamika temperaturo, nombroj da nejonizitaj atomoj, kiujn entenas la vaporo de kalcio. Oni trovas ke la nombroj de atomoj simple jonizitaj, kapablaj sorbi strekojn H kaj K, restas maksimumaj de 4500 ĝis 7000 gradoj: rezultas el tio ke la flavaj steloj, ĉe kiuj tiuj strekoj montras maksimuman intensecon havas temperaturojn de 4500 ĝis 7000 gradoj. Tiu rezulto perfekte akordiĝas kun tiu, kiun ni deduktis el spektrofotometra studo de la kontinua spektro de tiuj steloj.

Analogaj kalkuloj estas faritaj de diversaj teoriistoj pri la diversaj karakterizaj strekoj de spektroj de varmaj steloj ; aliflanke vario de intenseco de tiuj strekoj laŭ la diversaj spektraj tipoj estis eksperimente mezurita ĉe observatorio de *Harward* de *Miss Payne*. Komparado de teoriaj kaj observadaj rezultoj ebligis fiksi temperaturon de la renversantaj tavoloj, kiuj produktas la sorbadajn stelajn spektrojn; ĝi estas 10000 gradoj en la steloj je hidrogeno laŭ tipo de Vega,

13600 gradoj en la steloj je heliumo laŭ tipo de Rigelo, kaj altiĝas ĝis 35000 gradoj en iuj steloj je jonizita heliumo.

* * *

Kompreneble ĉiuj steloj de iu spektra klaso ne havas tute saman temperaturon, ĉar aspekto de la sorbada spektro, sur kiu estas bazita la klasifikado, ne dependas nur de temperaturo ; ĝi ankaŭ dependas de aliaj faktoroj, ekzemple denseco de la stelo, konsisto kaj vasteco de ĝia atmosfero. Progresoj de Astrofiziko ebligas esperi, ke ni sukcesos koni rolon de tiuj faktoroj unuflanke per pli kompleta studo de la kontinua spektro, entenante en ĝi la ultraviolan spektron; aliflanke per pli detala studo de la sorbada spektro, entenante determinadon de larĝeco kaj formo de la strekoj. Sendube ni sukcesos iun tagon koni la konsiston de la eksteraj tavoloj de la steloj, t.e. koni aranĝon de elementoj, temperaturoj kaj premoj en la partoj de la stelo, kiuj kontribuas al eligado de la radiaĵo, kiun ni ricevas. Sed de nun ni povas diri ke ni konas, laŭ kontentiga maniero, la mezan temperaturon de la stelaj tavoloj atingeblaj de la senpera observado.

SEKCIO DE TEKNIKAJ VORTAROJ

Ĵus aperis broŝuro entenanta la **Sciencan Fundamentan esperantan terminaron.**

Al la teksto publikigita en la numeroj 14-a ĝis 24-a de nia Bulteno estas aldonitaj tabeloj alfabete ordigitaj, kiuj montras, por ĉiu vorto, la numerojn de la ĉapitro entenanta tiun vorton kaj de la vorto en tiu ĉapitro. Alia tabelo montras la paĝon, kie troviĝas la ĉapitro. Sekve estas facile trovi klarigon pri ĉiu vorto. Tiu broŝuro entenas ankaŭ paĝon de eraroj de la teksto.

Ĉar estas eldonitaj nur *cent* ekzempleroj de tiu broŝuro — kiu konsistigas taŭgan propagandilon en la sciencaj kaj teknikaj rondoj — la membroj, kiuj deziras uzi ĝin por tiu celo, ne prokrastu mendi ĝin al *S-ro Rousseau, 2, rue Alfred de Vigny, Bécon-les-Bruyères, Seine, France,* sendante samtempe la prezon t. e. *unu dolaron.*

Por eviti al niaj membroj aĉeti tiun broŝuron por ilia persona uzo, ni sendas al ili broŝuron, kiu entenas tabelojn de la vortoj, kaj

tabelon de la ĉapitroj donantan, por ĉiu ĉapitro, numerojn de la Bulteno kaj de la paĝo de tiu Bulteno, kie troviĝas la ĉapitro. Ankaŭ la broŝuro entenas la paĝon de eraroj.

Nia kolego *D-ro Stan Kamaryt* proponas la sekvantajn korektojn en la Fundamenta terminaro de Kemio :

« *Nomoj de simplaj ŝtofoj* (Bult. 19 p. 10). La tabelo devus esti titolita : Nomoj de kemiaj elementoj *(éléments chimiques, corps simples)*.

Argono : nove enkondukita simbolo estas A.
Azoto, devas teksti : Nitrogeno, azoto. N.
Berilio, devas teksti : Glucinio, Berilio, Gl.
Galiumo, devas teksti : Galio.
Indiumo, devas teksti : Indio.
Iridiumo, devas teksti : Iridio.
Tungsteno, devas teksti : Volframo, Tungsteno.
Molibdeno, devas teksti : Molibdo.
Plateno, devas teksti : Platino (akceptita jam de 1912).
Nitono, devas teksti : Radono. Rd.

« Eĉ se ĉiuj ceteraj proponoj estas diskutindaj, nediskutinda kaj nepre enmetabla estas : nitrogeno, platino, radono.

« Sur paĝo 16, Bult. 18 :

« Kemia **kombinaĵo** *(combinaison)* estas kunigado de atomoj el aliaj molekuloj por estigi molekulojn de novaj ŝtofoj. Reciproka kuniĝo de atomoj estas klarigata per forto nomita **kombiniĝemo** *(affinité)*.

« Preferinda estus tiu alia teksto :

« **Kemiaj ŝtofoj** *(substances chimiques)* estas aŭ simplaj *(simples)* aŭ **kombinaĵoj** *(combinaisons)*.

« Unu aŭ pluraj kemiaj ŝtofoj metataj por observo estas nomataj *kemia sistemo*. Ŝanĝante temperaturon, premon, lumon aŭ aliajn kondiĉojn de tiu sistemo, oni observas ŝanĝojn en ecoj de la enmetitaj ŝtofoj. Oni diras ke okazas **kemia reakcio** *(réaction chimique)*. Rezulto de la reakcio estas novaj ŝtofoj ; se nombro de la estiĝintaj ŝtofoj estas egala al la komenca, la reakcio estas nomata **duobla malkompono** *(double décomposition)* ; se ĝi estas malpli granda la reakcio estas **sintezo** *(synthèse)* ; se estas pli granda, **analizo** *(analyse, décomposition)*...

« En la 7-a alineo sur paĝo 16, nepre devas esti :

« Kemiisto solvas sukeron en akvon. Rezultas **solvaĵo**, sen krampoj por aĵ. Solvigi oni povus uzi nur se oni volus ekz. diri : ni solvigas pli grandan kvanton da salo en akvon, altigante temperaturon... »

VIVO DE NIA ASOCIO

KONGRESO DE KRAKOVO

Okaze de la 23-a Universala Kongreso de Esperanto en Krakovo, la 4-an de Aŭgusto je la 5 posttagmeze ĉe Jagellona Universitato okazis la ĉiujara ĝenerala kunveno de Internacia Scienca Asocio.

Prezidas Prof. *Odo Bujwid*, kiu malfermas la kunsidon kaj anoncas le ricevon de letero de Inĝ. *Rollet de l'Isle*, ĝenerala sekretario de la I. S. A. E., kun salutoj por la kongreso.

La Prezidanto plie esprimas sian bedaŭron pro la manko de interesiĝo de la flanko de la membraro por la vivado de l'Asocio, kio estas plendinda. Li anoncas, ke li decidas eldonon de la referato pri la « La Rinocero » kaj li konstatas la neceson de regula aperado de « Scienca Revuo », kiel organo de la Asocio, kion oni povus atingi nur per varbado de novaj kunlaborantoj kaj ankaŭ de mondonantaj subtenantoj. Specialan rimarkon li faras pro la neceso de konstanta kunlaborado de ĉiunaciaj membroj.

Sinjoro *Saget*, el Elbœuf (Francujo), aldonas sian parolon por rimarkigi, ke se la gazeto aperus pli ofte oni certe povus pli taŭge reklamadi pri ĝi, sed bedaŭrinde malofte aperanta gazeto tiun bonŝancon ne prezentas.

Ankaŭ Prof. *Suzuki*, el Japanujo, rimarkas, ke se la aktiveco de la Asocio estus iom pli vigla, tio ankaŭ preparus favorajn cirkonstancojn kaj eblojn por la varbado aludita de *Prof. Bujwid*.

Tiu-ĉi lasta ankoraŭfoje rimarkigas, ke estos treege utile, ke la anoj sendu al li artikolojn koncerne interesajn sciencajn problemojn; tion li petas precipe de specialistoj kaj de scienculoj. Li ankaŭ aldonas, ke jam li disponas pretan materialon kaj artikolojn por unua kajero de Revuo, kiun li intencas aperigi du monatojn post la kongreso, se restos iom da mono por la eldono.

S-ro *Loth* esprimas sian dubon ĉu la kunveno povos solvi la demandon pri intensigo de la vivo de I. S. A. ; li esprimas ankaŭ opinion, ke oni devas propagandi la aferon ne nur en la sciencan medion sed ankaŭ inter la sciencamantoj altirante tiamaniere al la Asocio tiujn personojn, kiuj eĉ ne posedante superan sciencan edukadon akiris tamen superan konon. Li ankaŭ opinias ke estos bone se la Komitato loĝos en la sama lando, eĉ prefere en la sama urbo, por ke la necesaj koncernaj klopodoj estu pli rapide kaj pli facile farataj.

Prof. B. opinias, ke tre bona estas la propono de S-ro *Loth*, sed li rememorigas, ke la Komisiono konsistas el malsamlandaj samideanoj kaj tio ne konsentas ĝian efektiviĝon.

S-ro *Saget* esprimas opinion, ke la Asocio enhavu diversajn fakojn; sed Prof. B. opinias ke plej grava manko estas tiu de Centro, krom tiu de organo, sen kiu oni ne povas serĉi kunlaborantojn kaj por ĝin kiom eble forigi li anoncas, ke li havigis al si helpon de sekratariino en Varsovio kaj li ripetas ke li estas preta komenci sian laboron por la eldono de la unua numero de la Revuo kiel eksperimento, se la ĉeestantoj ne nur aprobos sed ankaŭ subtenos lin, kion ili promesas fari.

Poste li petas, ke tiuj ĉeestantoj kiuj havas ankoraŭ ion por proponi, tion faru en la intereso de la afero, kaj neniu demandinte la parolon, li deklaras fermita la kunvenon.

La Sekretariino,
E. SCHATZ.

Le Prezidanto,
O. BUJWID.

Post la kunsido la ĉeestintoj kune kun aliaj kongresanoj, gvidataj de Prof. *Bujwid*, vizitis Polan Sciencan Akademion en Krakovo, kie estas speciala salono por la novaj elfosaĵoj, nome du rinoceroj, Unu el ili tute bone konservita devenas el *Starunia* ĉe okcidenta parto de Malgrandpolujo. Tiu *Coelodonta Antiquitatis Blum* estas vera unikaĵo, ĉar nenie oni povas vidi tiel bone konservitan : ne nur ostoj, sed haŭto kaj intestoj kun diversaj vegetaĵoj (folioj de *Betula nana* kaj aliaj kreskaĵoj bone difineblaj). Evidente vivanta besto dronis en la salakvo miksita kun petrolo dum iu katastrofo.

Krom tio multaj anoj de I. S. A. E. vizitis salminejojn en *Wieliczka*, sub la speciala gvidado de la mineja direktoro S-ro *Starnawski*, al kiu ni devas specialan dankon. O. B.

1° *Novaj membroj aliĝintaj de la 1-a de junio ĝis la 1-a de decembro 1931*

Japanujo

Tomoo Nakajama, ĉe S-ro K. Kimura, 229 Niŝi-Ogikubo, Tokio.
Takaja Tazaua, 649, Azai-Nokata, Tokio.

Nov-Gvineo (Papua)

Williams (F. J.), doktoro, en Samarai.

U. R. S. S.

Drezen, Skaterni, 3. KV. 5. Moskva 69.

Usono

Castle Foard, doktoro, 536 Avondale, Youngstown, Ohio.
Jeffries (Geo.) 234 Lucius Avenue, Youngstown, Ohio.

2° *Adresŝanĝoj*

Carnap (R) (Austrujo) nun : N. Motol, Pod Homolkou, Praha 17 (Ĉek.)

Goodland (R) (Anglujo) nun : Aspremont (Alpes Maritimes) (France).

Esperanto kaj pr gr sigo de Scien oj (1)

Malfacile estas ke oni ne impresiĝu profunde pro la **eksterordinara progresigo de la sciencoj,** kiun vidis la generacio kies vivtempo baldaŭ ĉesos.

Dum tiu mallonga jararo da sesdek jaroj, ĝi povis vidi kontinuajn kaj rapidajn progresojn en ĉiuj fakoj de la scienca aktiveco, konstati la pliperfektigojn kiujn ili naskis en siaj industriaj aplikoj, ĉeesti la profundajn aliformiĝojn de la ĝeneralaj kondiĉoj de la vivo, kies fonto ili estis.

La nura elnombrado estus tro longa de la inventoj, de la eltrovoj, de la originalaj verkoj, kiuj iom post iom antaŭenigis niajn konojn kaj metis en niaj manoj agrimedojn de ĝis nun nekonata potenco.

(1) Tiu raporto estas prezentita de *S-ro Rollet de l'Isle* al la Kongreso de la « Franca Asocio por progresigo de Sciencoj ». Ĝi okazigis alprenon de deziresprimo favora al Esperanto, kiu estis transdonata al la franca registaro. Oni povus utiligi ĝin en analogaj okazoj.

Tiu potenco permesis al ni atingi preskaŭ ĉiujn celojn, kiujn homo deziris trafi de multaj jarcentoj, en ĉiuj fakoj; tial oni povas hodiaŭ facile nombradi la konkvestojn, kiujn li ankoraŭ devas trafi por definitive liberiĝi de la materiaj baroj, kiuj malhelpas ĝin utiligi la tuton de ĝiaj intelektaj kapabloj.

Neniu klasigado de tiuj sciencaj progresoj estas ebla laŭ ilia graveco; oni havus diversajn laŭ la bazo, kiun oni elektus : propra valoro de la invento aŭ de la eltrovo ; sekvoj, kiujn ili havis ; elspezo de laboro, kiun ili necesigis ; tempo, kiun ili pasigis aŭ eĉ prezo, kiun ili kostis. Tial ni nur aludos ilin mallonge, je specialaj vidpunktoj.

Nia kono de l'universo ne estas proksima de senmankeco kaj la granda enigmo, de tuta solvado ; sed ni malantaŭenigis limojn de nekonataĵo en la vasteco de la senfina grando, kiel en la profundeco de la senfina malgrando. Pri konsisto de la materio, pri tiu de energio, ni komencas posedi kelkajn sciojn ; ĉu ne estas videti esencon de aĵoj, elmontradi ke ekstremaĵoj estas identaj, kaj ke en atomo elektronoj turnas ĉirkaŭ centra kerno kiel en la universo planedoj turnas cirkaŭ la suno. Ni kontentigis nian scivolemon koni, en ĉiuj ĝiaj partoj, la terglobon sur kiu ni estas ankoraŭ malliberigitaj ; de la polusoj ĝis la centro de la kontinentoj, ĝis la fondo de la maroj, ĝis la limoj de la atmosfero, ni iris serĉi, kaj ni preskaŭ ĉiam trovis, la solvojn de la enigmoj, kiujn ĝis nun ni ne sciiĝis.

Ni ricevis de preskaŭ ĉiuj naturaj fortoj, efikan kunlaboradon por efektiviĝo de la laboroj, kiujn ni entreprenis por plibonigi la kondiĉojn de nia vivado. Ni lernis aliformigi sunan energion, kiu ajn estu ĝia formo, por uzi ĝin en la laboroj, kiujn ni opiniis plej utilaj. Dank'al lertaj metodoj, ni fine venkis rezistadon, per kiu tiuj fortoj kontraŭstaris nian volon, uzante kelkajn el ili por lukti kontraŭ la aliaj.

La klopodoj de l'homo ĉefe estas direktitaj al **ŝparado de laboro kaj de tempo**, kaj por atingi tiun celon, li uzis la naturajn fortojn, kiujn li nun scias utiligi. Ni opiniis ke unu el la plej efikaj rimedoj por realigi tiun ŝparadon estis intensigi la interkomunikojn, ĉar per tio oni faciligas kunlaboradon kaj kreskigas, per aplikado de multaj inteligentoj al sama celo, la produkton de ĉiu el ili. Dank'al tiuj klopodoj, por interparoli, la distanco ne plu ekzistas ; por la personoj mem ĝi emas malaperigi ; nur restas unu paŝo farota por la integra alproksimigado de la spiritoj : oni faros ĝin kiam oni volos.

(Daŭrigota.)

Presejo de Belga Esperanto-Instituto, K.S. — ANTVERPENO